

明細書

表示装置の作製方法

技術分野

5 本発明は、液晶表示装置（LCD）に代表される表示装置の作製方法に関する。

背景技術

従来、液晶表示装置（LCD）や自発光表示装置（EL：エレクトロ・ルミネッセンス）表示装置）に代表される表示装置に含まれる薄膜トランジスタ（TFT）の作製には、処理装置の内部を減圧或いは真空状態で行う真空プロセスや、露光装置により（フォト）レジストからなるマスクを作製し、不要部をエッチング除去するフォトリソグラフィプロセスが用いられてきた。

真空プロセスにおいては、被処理基板を成膜、エッチング等の処理を行うプロセスチャンバと、真空状態或いは減圧状態するための排気手段とが必要となる。

15 排気手段は処理装置外部に設置された、ターボ分子ポンプやロータリーポンプ等に代表されるポンプと、それらを管理、制御する手段、またポンプと処理室とを連結させて排気系を構成する配管やバルブ等で構成される。これら設備を整えるには、処理装置外に排気系のためのスペースが必要となり、またそのためのコストが必要となる。さらに処理装置自体にも排気系の設備を取り付ける必要がある
20 ことから、処理装置のサイズが排気系を搭載しないものに比べて増大する。

従来用いられてきた、薄膜トランジスタ等の配線形成のためのフォトリソグラフィプロセスは以下のように行う。まず感光性のレジスト（フォトレジスト）を基板上に成膜された導電性膜上にスピニ塗布することで、導電性膜全面に前記レジストを広げる。次にメタルによってパターンが形成されたフォトマスクを介して光照射を行い、前記レジストを感光させる。続いて現像、ポストベークを行い、

フォトマスクのパターン状にレジストパターンを形成する。さらにパターン状に形成した前記レジストをマスクとして、前記レジストの下の導電性膜にエッチング処理を施す。最後にマスクとして使用したレジストパターンを剥離することで、フォトマスクに形成されたパターン状に、導電性膜をエッチングすることができ、

5 残存する導電性膜を配線として用いる。

発明の開示

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、従来技術における真空プロセスにあっては、第5世代以降の基板サイズ（1.2m×1m）という大型化に伴い、プロセスチャンバの容積も拡大する。このためプロセスチャンバを真空或いは減圧状態にするには、より大規模な排気系が必要となり、また排気に必要な時間も増加する。さらに排気系の設備コストや維持コスト等、コスト面においても増大する。加えて、チャンバを窒素等のガスで置換する場合にも、チャンバの容積増大からより多くのガス量が必要となり、製造コストに影響を及ぼす。さらに基板の大型化に伴い電源等、莫大なランニングコストが必要とされることから、環境負荷の増大につながる。

また従来技術におけるフォトリソグラフィプロセスを用いた工程、例えば配線作製工程では、基板の全面に成膜した被膜（レジストや、金属、半導体等）の大部分をエッチング除去してしまうため、配線等が基板に残存する割合は数～數十%程度であった。レジスト膜はスピン塗布により形成する際、約95%が無駄になっていた。つまり、材料の殆どを捨てることになり、製造コストに影響を及ぼすばかりか、環境負荷の増大を招いていた。このような傾向は、製造ラインに流れる基板サイズが大型化するほど顕在化する。

(課題を解決するための手段)

25 本発明では、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装

置を用いて、被処理膜上に導電性粒子を含有する液滴を噴射し、局所的に導電性膜を形成し、配線を形成することを特徴としている。これにより、フォトリソグラフィ工程を用いずに配線を形成でき、工程を簡略化できる。

さらに、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する第2の液滴噴射

5 装置を用いて前記導電性膜の上に局所的にレジストパターンを形成し、前記レジストパターンをマスクとして前記導電性膜をエッチングし、配線を形成することを特徴としている。これにより、スピン法を用いたフォトリソグラフィよりも、レジストの使用量を大幅に低減できる。

また、前記導電性膜のエッチングは、一組の円筒状の電極を有するプラズマ発

10 生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下で局所的に行なうことを特徴とする。これにより、プロセスチャンバ内の真空或いは減圧状態にするための真空処理を必要とせず、排気系に係る負担を低減できる。

ここで、大気圧近傍の圧力とは、600～106000Paの圧力をいう。

15 また、本発明の表示装置の作製方法は、被処理基板上に導電性膜を形成した後、一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下で、前記導電膜の不要な部分を局所的にエッチングし、配線を形成することを特徴としている。これにより、フォトリソグラフィ
20 工程を用いずに配線を形成でき、工程を簡略化できる。

(発明の効果)

本発明の表示装置の作製方法を用いて表示装置を作製することで、表示装置の作製に用いられる材料の無駄を低減することが可能となる。従って、作製コストを低減することが可能になる。また本発明の表示装置の作製方法を用いて表示装置を作製することで、工程の簡便化、装置ひいては製造ラインの小規模化、また

工程の短時間化を図ることが可能となる。また従来必要とされた排気系統の設備を簡略化できる等、エネルギーを低減できることから環境負荷を低減することができる。

5 図面の簡単な説明

図1A～1Dは、本発明の実施の形態1に係る処理工程の模式的斜視図である。

図2A～2Dは、本発明の実施の形態1に係る処理工程の模式的斜視図である。

10 図3A～3Cは、本発明の点状液滴噴射装置の構成を示す斜視図である。

図4は、本発明の点状液滴噴射装置の液滴噴射部の構成を示す図である。

図5A～5Cは、本発明の点状液滴噴射装置の液滴噴射部の底面を示す図である。

15 図6A、6Bは、本発明の大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ処理装置の構成を示す斜視図である。

図7A～7Eは、本発明の大気圧プラズマ処理装置のプラズマ発生手段の構成を示す図である。

図8A～8Cは、本発明の実施の形態2に係る処理工程の模式的斜視図である。

20 図9A～9Dは、本発明の実施の形態3に係る処理工程の模式的斜視図である。

図10A～10Cは、本発明の実施例1に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図のa-a'の断面図である。

25 図11A～11Cは、本発明の実施例1に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図のa-a'の断面図である。

図12A～12Cは、本発明の実施例1に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図のa-a'の断面図である。

図13A～13Cは、本発明の実施例1に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図のa-a'の断面図である。

5 図14A、14Bは、本発明の実施例1に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図のa-a'の断面図である。

図15A～15Cは、本発明の実施例3に係る電子機器を示す図である。

図16A～16Cは、本発明の実施例2に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図のa-a'の断面図である。

10 図17A～17Cは、本発明の本発明の実施例2に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図のa-a'の断面図である。

図18A～18Cは、本発明の本発明の実施例2に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図のa-a'の断面図である。

15 図19は、本発明の本発明の実施例2に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図のa-a'の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態について、以下に説明する。

(実施の形態1)

20 本実施の形態では、複数の液滴噴射孔を線状に配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置と、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いることで、所望のサイズのガラス基板に、表示装置として不可欠な配線パターンを作製する。特に本発明は大型化する第5世代以降の基板への適用を意図したものである。以下、本発明の実施の形態1について、図面25 を参照して説明する。

最初にスパッタまたはCVD法（化学気相反応法）等の公知の方法を用いて、ガラス、石英、半導体、プラスチック、プラスチックフィルム、金属、ガラスエポキシ樹脂、セラミックなどの各種素材の被処理基板101上に配線となる導電性膜102を成膜する（図1B）。被処理基板101の材料としては、本発明の作製工程の処理温度に耐えられる材料であれば、どのようなものでも構わない。

次に、後述する複数の液滴噴射孔を線上に配置した液滴噴射ヘッド105を有する液滴噴射装置を用いて（図1C）、配線パターンの形成部に複数のレジストパターン103を形成する（図1D）。レジストパターン103の形成後、ベーク処理をする。前記レジストパターン103の各々は、複数の液滴噴射孔から液滴が噴射されることにより形成された複数のパターンが繋がった形状を有する。これは、一方向に液滴噴射ヘッド105を走査する間、ある時間隔ごとに液滴を噴射することにより、レジストパターン103の形状を形成する。なお、複数有る液滴噴射孔のうち、特定の液滴噴射孔のみから連続的に液滴が噴射されるように制御することで、上記のような線状パターンだけでなく、例えばT字形のパターンなど、任意のパターンを形成することが可能である。

次に、上記レジストパターン103をマスクとして、後述する大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段106を有するプラズマ処理装置を用いて、導電性膜102をエッティングする（図2A）。前記エッティングは、プラズマ発生手段を一方向に（若しくは、被処理基板を一方向に）走査させることで行う。このときエッティングガスとして、導電性膜と反応するガスを使用する。上記のエッティング処理を行うことによって、前記レジストパターン103に覆われていない導電性膜102のみがエッティングされる（図2B）。前記エッティング処理後、不要になったレジストパターン103を同様の前記プラズマ処理装置を用いてアッティングを行い、除去する（図2C）。前記アッティング時のプラズマ発生手段の走査は、前記エッティング時と同様に行う。その結果レジストパターン形成箇所の導電性膜

のみが残り、配線パターン 104 が形成される(図 2D)。なお、アッシング時のガスとしてはレジストに反応性の高い酸素ガスを用いる。

以下、本発明で用いる点状の液滴噴射孔を線状に配置した液滴噴射ヘッドを有する点状液滴噴射装置を、添付図面を参照して説明する。

5 図 3A～3C は本発明における線状液滴噴射装置の一構成例について示したものであり、また図 4、図 5A～5C はこの線状液滴噴射装置に用いる、ノズルを配置したヘッド部について示したものである。

図 3A に示す線状液滴噴射装置は、装置内にヘッド 306 を有し、これにより液滴を噴射することで、基板 302 に所望の液滴パターンを得るものである。本 10 線状液滴噴射装置においては、基板 302 として、所望のサイズのガラス基板の他、プラスチック基板に代表される樹脂基板、或いはシリコンに代表される半導体ウエハ等の被処理物に適用することができる。

図 3Aにおいて、基板 302 は搬入口 304 から筐体 301 内部へ搬入し、液滴噴射処理を終えた基板を搬出口 305 から搬出する。筐体 301 内部において、 15 基板 302 は搬送台 303 に搭載され、搬送台 303 は搬入口と搬出口とを結ぶレール 310a、310b 上を移動する。

ヘッド支持部 307 は、液滴を噴射するヘッド 306 を支持し、搬送台 303 と平行に移動する。基板 302 が筐体 301 内部へ搬入されると、これと同時にヘッド支持部 307 が所定の位置に合うように移動する。ヘッド 306 の初期位置への移動は、基板搬入時、或いは基板搬出時に行うことで、効率良く噴射処理を行うことができる。

液滴噴射処理は、搬送台 303 の移動により基板 302 が、ヘッド 306 の待つ所定の位置に到達すると開始する。液滴噴射処理は、ヘッド支持部 307 及び基板 302 の相対的な移動と、ヘッド支持部に支持されるヘッド 306 からの液滴噴射の組み合わせによって達成される。基板やヘッド支持部の移動速度と、ヘ

ヘッド 306 からの液滴を噴射する周期を調節することで、基板 302 上に所望の液滴パターンを描画することができる。特に、液滴噴射処理は高度な精度が要求されるため、液滴噴射時は搬送台の移動を停止させ、制御性の高いヘッド支持部 307 のみを順次走査させることが望ましい。また、ヘッド 306 は一方向に前後するようにも走査可能である。

原料液は、筐体 301 外部に設置した液滴供給部 309 から筐体内部へ供給され、さらにヘッド支持部 307 を介してヘッド 306 内部の液室に供給される。この原料液供給は筐体 301 外部に設置した制御手段 308 によって制御されるが、筐体内部におけるヘッド支持部 307 に内蔵する制御手段によって制御しても良い。

また搬送台及びヘッド支持部の移動は、同様に筐体 301 外部に設置した制御手段 308 により制御する。

図 3A には記載していないが、さらに基板や基板上のパターンへの位置合わせのためのセンサや、筐体へのガス導入手段、筐体内部の排気手段、基板を加熱処理する手段、基板へ光照射する手段、加えて温度、圧力等、種々の物性値を測定する手段等を、必要に応じて設置しても良い。またこれら手段も、筐体 301 外部に設置した制御手段 308 によって一括制御することが可能である。さらに制御手段 308 を LAN ケーブル、無線 LAN、光ファイバ等で生産管理システム等に接続すれば、工程を外部から一律管理することが可能となり、生産性を向上させることに繋がる。

次にヘッド 306 内部の構造を説明する。図 4 は図 3A のヘッド 306 の断面を長手方向に見たものであり、図 4 の右側がヘッド支持部に連絡する。

外部からヘッド 401 の内部に供給される液滴は、共通液室流路 402 を通過した後、液滴を噴射するための各ノズル 409 へと分配される。各ノズル部は適度の液滴がノズル内へ装填されるために設けられた流体抵抗部 403 と、液滴を

加圧しノズル外部へ噴射するための加圧室404、及び液滴噴射孔406によつて構成されている。

加圧室404の側壁には、電圧印加により変形し、ピエゾ圧電効果を有するチタン酸・ジルコニウム酸・鉛（Pb（Zr, Ti）O₃）等の圧電素子405を配置している。このため、目的のノズルに配置された圧電素子405に電圧を印加することで、加圧室404内の液滴を押しだし、外部に液滴407を噴射することができる。また各圧電素子はこれに接する絶縁物408により絶縁されているため、それぞれが電気的に接触することがなく、個々のノズルの噴射を制御することができる。

10 本発明では液滴噴射は圧電素子を用いたいわゆるピエゾ方式で行うが、液滴の材料によっては、発熱体を発熱させ気泡を生じさせ液滴を押し出す、いわゆるサーマルインクジェット方式を用いても良い。この場合、圧電素子405を発熱体に置き換える構造となる。

また液滴噴射のためのノズル部409においては、液滴と、共通液室流路402、流体抵抗部403、加圧室404さらに液滴噴射孔407との濡れ性が重要となる。そのため材質との濡れ性を調整するための炭素膜、樹脂膜等をそれぞれの流路に形成しても良い。

上記の手段によって、液滴を連続して噴射させ、各々の液滴から形成されるパターンが繋がった所望の形状のパターンを形成することができる。

20 図5A～5Cは図4におけるヘッドの底部を模式的に表したものである。図5Aは、ヘッド501底面に液滴噴射孔502を線状に配置したものである。これに対し図5Bでは、ヘッド底部503の液滴噴射孔504を2列にし、それぞれの列を半ピッチずらして配置する。また図5Cでは、ピッチをずらすことなく列を2列に増やした配置とした。図5Cの配置では、一段目の液滴噴射孔506からの液滴噴射後、時間差をつけて液滴噴射孔507から同様の液滴を同様の箇所

に噴射することにより、既に噴射された基板上の液滴が乾燥や固化する前に、さらに同一の液滴を厚く積もらせることができる。また、一段目のノズル部が液滴等により目詰まりが生じた場合、予備として二段目の液滴噴射孔を機能させることもできる。

5 さらに図3Aで示す線状液滴噴射装置に改良を加えた、図3Bで示す線状液滴噴射装置について説明する。本装置ではヘッド支持部307に回転手段を設け、任意の角度 θ に回転することで、基板302に対しヘッド306が角度を持たせるように設計したものである。角度 θ は任意の角度が許されるが、装置全体のサイズを考慮すると基板302が移動する方向に対し、0°から45°以内である
10 ことが望ましい。このヘッド支持部307に回転手段を持たせることにより、ヘッドに設けられた液滴噴射孔のピッチよりも狭いピッチで、液滴パターンを描画することができる。

また図3Cは、図3Aで示す線状液滴噴射装置のヘッド306を二つ配置した、ツインヘッド構造の線状液滴噴射装置である。本装置においては、図5Cで示したヘッド内部に二列の液滴噴射孔を配置するのと異なり、材質のことなる液滴を同一の走査で一括して行うことができる。つまり、ヘッド306aで原料液Aの噴射によるパターン形成を行いながら、僅かな時間差を置いてヘッド306bによる原料液Bの噴射によるパターン形成を行うという連続パターン形成を可能とした。309aと309bは原料液供給部であり、それぞれのヘッドで用いる原
20 料液A及び原料液Bを備蓄し、供給する。このツインヘッド構造を用いることで、工程が簡略化することができ、著しく効率を上げることが可能となる。

次に、実施の形態1で用いる大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を、添付図面を参照して説明する。図6A、6Bは、本発明において用いられる前記プラズマ処理装置の一例斜視図である。前記プラ
25 ズマ処理装置では、表示装置を構成する、所望のサイズのガラス基板、プラスチ

ック基板に代表される樹脂基板等の被処理物 603 を取り扱う。被処理物 603 の搬送方式としては、水平搬送が挙げられるが、第 5 世代以降の基板を用いる場合には、搬送機の占有面積の低減を目的として、基板を縦置きにした縦形搬送を行ってもよい。

5 図 6 A は、本発明において用いられるプラズマ処理装置の一例の上面図であり、図 6 B は断面図である。同図において、カセット室 606 には、所望のサイズのガラス基板、プラスチック基板に代表される樹脂基板等の被処理物 603 がセットされる。被処理物 603 の搬送方式としては、水平搬送が挙げられるが、第 5 世代以降の基板を用いる場合には、搬送機の占有面積の低減を目的として、基板 10 を縦置きにした縦形搬送を行ってもよい。

搬送室 607 では、カセット室 606 に配置された被処理物 603 を、搬送手段（ロボットアーム）609 によりプラズマ処理室 608 に搬送する。搬送室 607 に隣接するプラズマ処理室 608 には、気流制御手段 601、円筒状の電極を有するプラズマ発生手段 602、プラズマ発生手段 602 を移動させるレール 15 604 a、604 b、被処理物 603 の移動を行う移動手段 605 等が設けられる。また、必要に応じて、ランプなどの公知の加熱手段（図示せず）が設けられる。

20 気流制御手段 601 は、防塵を目的としたものであり、吹き出し口 610 から噴射される不活性ガスを用いて、外気から遮断されるように気流の制御を行う。プラズマ発生手段 602 は、被処理物 603 の搬送方向に配置されたレール 604 a、また該搬送方向に垂直な方向に配置されたレール 604 b により、所定の位置に移動する。また被処理物 603 は、移動手段 605 により搬送方向に移動する。実際にプラズマ処理を行う際には、プラズマ発生手段 602 及び被処理物 603 のどちらを移動させてもよい。プラズマ発生手段 602 と被処理物 603 25 との距離は 3 mm 以下、好ましくは 1 mm 以下、より好ましくは 0.5 mm 以下

が良い。特に距離を測定するためのセンサを取り付け、前記被処理物 603 表面とのプロセスガスの噴射口となる細口との距離を制御しても良い。

次いで、プラズマ発生手段 602 の詳細について図 7A～7E を用いて説明する。図 7A～7B は、円筒状の電極を有するプラズマ発生手段 602 の斜視図を 5 示し、図 7C～7E には該円筒状の電極の断面図を示す。

図 7A は後述する一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段 602a を模式的に示した図である。プラズマ発生手段 602a は局的にプラズマ処理する事が可能である。またこれに対し図 7B は、後述する円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段 602b を模式的に示した図である。プラズマ 10 発生手段 602b はこのような配列を有することにより同時に同列全域をプラズマ処理することが可能である。このため被処理物 603 の移動方向に対して直交する方向に、前記直線状に配列した電極を有するプラズマ発生手段 602b を走査することで、短時間で大面積のプラズマ処理を行うことが可能となる。また前記電極を選択することにより、同列における任意の場所で局的なプラズマ処理 15 をすることが可能である。なお、プラズマ処理とは、成膜、エッチング、アッシングなどのプラズマ反応を利用する処理をいう。

次に図 7C において、上述した一組の円筒状の電極について説明する。点線はガスの経路を示し、701、702 はアルミニウム、銅などの導電性を有する金属からなる電極であり、第 1 の電極 701 は電源（高周波電源）705 に接続され 20 ている。なお第 1 の電極 701 には、冷却水を循環させるための冷却系（図示せず）が接続されていてもよい。冷却系を設けると、冷却水の循環により連続的に表面処理を行う場合の加熱を防止して、連続処理による効率の向上が可能となる。第 2 の電極 702 は、第 1 の電極 701 の周囲を取り囲む形状を有し、電気的に接地されている。そして、第 1 の電極 701 と第 2 の電極 702 は、その先 25 端にノズル状のガスの細口を有する円筒状を有する。なお、図では示していない

が、第1の電極701または第2の電極702のうち少なくとも片方の電極の表面は固体誘電体で覆われている。固体誘電体としては、二酸化珪素、酸化アルミニウム、二酸化ジルコニア、二酸化チタン等の金属酸化物、ポリエチレンテレフタラート、ポリテトラフルオロエチレン等のプラスチック、ガラス、チタン酸バリウム等の複合酸化物等が挙げられる。固体誘電体の形状は、シート状でもフィルム状でもよいが、厚みが0.05~4mmであることが好ましい。

また、この第1の電極701と第2の電極702の両電極間の空間には、バルブ703を介してガス供給手段（ガスボンベ）704よりプロセス用ガスが供給される。そうすると、この空間の雰囲気は置換され、この状態で高周波電源705により第1の電極701に高周波電圧（10~500MHz）が印加されると、前記空間内にプラズマが発生する。そして、このプラズマにより生成されるイオン、ラジカルなどの化学的に活性な励起種を含む反応性ガス流を被処理物603の表面に向けて照射すると、該被処理物603の表面において所定の表面処理を行うことができる。

なおガス供給手段（ガスボンベ）704に充填されるプロセス用ガスは、処理室内で行う表面処理の種類に合わせて適宜設定する。また、排気ガス706は、ガス中に混入したゴミを除去するフィルタ707とバルブ708を介して排気系709に導入される。なお排気系709に導入されたガスはフィルタを通過させることで、混入したゴミを除去して精製し、再利用を図ってもよい。このように再利用を行うことにより、ガスの利用効率を向上させることができる。

また、図7Cとは断面が異なる円筒状の電極を図7D、7Eに示す。図7Dは、第1の電極701の方が第2の電極702よりも長く、且つ第1の電極701が鋭角形状を有しており、また、図7Eに示す円筒状の電極は、第1の電極701及び第2の電極702の間で発生したイオン化したガス流を外部に噴射する形状を有する。

大気圧又は大気圧近傍下で動作するプラズマ処理装置を用いる本発明は、減圧装置に必要である真空引きや大気開放の時間がなく、複雑な真空系を配置する必要がない。特に大型基板を用いる場合には、必然的にチャンバも大型化し、チャンバ内を減圧状態にすると処理時間もかかってしまうため、大気圧又は大気圧

5 近傍下で動作させる本装置は有効であり、製造コストの低減が可能となる。

(実施の形態 2)

本実施の形態では、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する線状液滴噴射装置のみを使用することで配線を形成することを特徴とする。

線状液滴噴射装置からガラス基板 801 に向かって、導電性超微粒子を含む材

10 料を噴射する。このとき、液滴を噴射するヘッド 802 またはガラス基板 801 を走査することによって、配線パターンを形成する。(図 8B)。配線パターンの形成されたガラス基板 801 を加熱処理することにより配線 804 を形成する(図 8C)。

ここで、以上述べた液滴噴射手段に用いるノズルの径は、0.1～50 μm (好適には0.6～26 μm .)に設定し、ノズルから噴射される組成物の噴射量は0.00001 p1～50 p1 (好適には0.0001～40 p1) に設定する。この噴射量は、ノズルの径の大きさに比例して増加する。また、被処理物とノズル噴射口との距離は、所望の箇所に滴下するために、できる限り近づけておくことが好ましく、好適には0.1～2 mm程度に設定する。なお、ノズル径を変えず

20 とも、圧電素子に印可されるパルス電圧を変えることによって噴射量を制御することもできる。これらの噴射条件は、線幅が約1.0 μm 以下となるように設定しておくのが望ましい。

なお、液滴噴射法により噴射口から噴射する組成物は、導電性材料を溶媒に溶解又は分散させたものを用いる。導電性材料とは、Ag、Au、Cu、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、W、Al等の金属、Cd、Znの金属硫化物、Fe、T

i、Si、Ge、Si、Zr、Baなどの酸化物、ハロゲン化銀の微粒子又は分散性ナノ粒子に相当する。また、透明導電膜として用いられるインジウム錫酸化物(ITO)、インジウム錫酸化物と酸化珪素からなるITO、有機インジウム、有機スズ、酸化亜鉛、窒化チタン等に相当する。但し、噴射口から噴射する組成

5 物は、比抵抗値を考慮して、金、銀、銅のいずれかの材料を溶媒に溶解又は分散させたものを用いることが好適であり、より好適には、低抵抗な銀、銅を用いるとよい。但し、銀、銅を用いる場合には、不純物対策のため、合わせてバリア膜を設けるとよい。バリア膜としては、窒化珪素膜やニッケルポロン(NiB)を用いることができる。

10 また、導電性材料の周りに他の導電性材料がコーティングされ、複数の層になっている粒子でも良い。例えば、銅の周りにニッケルポロン(NiB)がコーティングされ、その周囲に銀がコーティングされている3層構造の粒子など用いても良い。溶媒は、酢酸ブチル、酢酸エチル等のエステル類、イソプロピルアルコール、エチルアルコール等のアルコール類、メチルエチルケトン、アセトン等の有機溶剤等を用いる。組成物の粘度は20 cP以下が好適であり、これは、乾燥が起こることを防止したり、噴射口から組成物を円滑に噴射できるようにしたりするためである。また、組成物の表面張力は、40 mN/m以下が好適である。但し、用いる溶媒や、用途に合わせて、組成物の粘度等は適宜調整するとよい。一例として、ITOや、有機インジウム、有機スズを溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は5～20 mPa·s、銀を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は5～20 mPa·s、金を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は5～20 mPa·sに設定するとよい。

20 図8A～8Cに示すように噴射する液滴をレジストから、導電性超微粒子を含む材料に換えることで、直接パターニングされた配線が作製できる。これにより、レジストマスクを必要としないため、さらなる高効率化、低コスト化が可能とな

る。導電性微粒子のサイズが小さく、また細密な形状に加工する必要のない場合には、以上のような方法を用いることが有効である。

(実施の形態 3)

本実施の形態では、前記プラズマ処理装置のみを使用し、配線を形成すること 5 を特徴とする。以下、本実施の形態について説明する。

最初にスパッタ処理方法を用いて、被処理基板 901 に配線となる導電性膜 902 を成膜する (図 9A、9B)。次に、実施の形態 1 でも用いた、一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、大気圧若しくは大 10 気圧近傍の圧力下で導電性膜 902 を選択的にエッチングする (図 9C)。前記エッティングは、被処理基板 901 を一方向に (若しくはプラズマ発生手段 903 を一方向に) 走査し、導電性膜 902 のうち、除去する必要の有る部分のみを選択的にエッティング処理するようにして行う。

以上のように、被処理物上を選択的にエッティングし、分離することで配線 90 15 4 を形成することが出来る (図 9D)。

以上のような方法により、レジストパターンの形成工程が省略され、工程を簡略化することができる。

(実施例)

20 [実施例 1]

本実施例では、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置および一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を用いて、局所的なプラズマ表面処理を行うプラズマ処理装置を用いて、本発明を適用した表示装置の作製方法 25 について説明する。

ガラス、石英、半導体、プラスチック、プラスチックフィルム、金属、ガラスエポキシ樹脂、セラミックなどの各種材料とする被処理基板1001上に、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置により、導電性を有する組成物を必要な箇所に噴射することで、ゲート電極及び配線1002、容量電極及び配線1003を形成する(図10A)。ここでは、ゲート電極および配線1002は一体化した構造となっている。また容量電極および容量電極に接続する配線も一体化して形成されている。

次に、ゲート電極及び配線1002、容量電極及び配線1003が形成された基板に加熱処理等を施すことで、液滴中に含有されている溶媒を揮発させる。なお前記加熱処理は、線状の液滴噴射装置による液滴噴射時、任意の領域での液滴噴射後、或いは全工程終了後のいずれに行っても良い。

続いて、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する線状液滴噴射装置を用いて、前記工程で噴射したゲート電極及び配線1002、容量電極及び配線1003を覆うレジスト1004、1005を形成する(図10B)。なお、ゲート電極及び配線1002、容量電極及び配線1003を形成するために用いる線状液滴噴射装置と、レジストを形成する線状液滴噴射装置とはそれぞれ別の装置であってもよいし、或いは材料の異なる液滴をそれぞれ噴射することが可能な2つのヘッドを有する一つ装置であってもよい。

次に、露光および現像をして前記レジストを所望の形状に加工しレジストパターンを形成する。(図10C)。なお、線状液滴噴射装置を用い形成されたレジストの形状をそのままマスクとして用いることができる場合は、特に露光および現像によるレジストの加工は必要ない。

次に一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下でプラズマを形成し、レジスト1004a、

1005bをマスクとして、ゲート電極及び配線1002、容量電極及び配線1003の任意の場所を局所的にエッティングした後、前記プラズマ処理装置を用いてアッシングによりレジストを除去する(図11A, 11B)。なお、本実施例では、上記のよう局所的なエッティングをしているが、公知のエッティング装置を用い
5 ても構わない。

また、加工精度への要求がそれほど高くないものであれば、実施の形態2の図8A～8Cで示したように、液滴噴射装置のみを使用して、導電性粒子を含有する液滴を噴射することで配線を形成しても良い。この場合、レジストを用いる必要がなくなるため、工程の簡略化及び材料の利用効率の向上が図れる。
10 以上の工程によりゲート電極及び配線2002、容量電極及び配線2003を形成する。なお、ゲート電極及び配線2002、容量電極及び配線2003を液滴噴射方により形成する材料として、実施の形態2と同様に、Ag、Au、Cu、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、W、Al等の金属、Cd、Znの金属硫化物、Fe、Ti、Si、Ge、Si、Zr、Baなどの酸化物、ハロゲン化銀の微粒子又は分散性ナノ粒子等を溶媒に溶解又は分散させたものを用いればよい。
15

その後、CVD法(化学気相反応法)等の公知の方法により、ゲート絶縁膜1006を形成する(図11C)。本実施例においてはゲート絶縁膜1006として、CVD法により窒化珪素膜を形成するが、酸化珪素膜又はそれらの積層構造を形成しても良い。

20 さらにスパッタリング法、LP(減圧)CVD法、プラズマCVD法等により25～80nm(好ましくは30～60nm)の厚さで活性半導体層1007を成膜する。該活性半導体層1007は非晶質珪素膜に代表される非晶質半導体膜であり、被処理基板1001上の全面に形成する(図12A)。

次に被処理基板上の全面に窒化珪素膜等を成膜後、レジストマスクを用いてチ
25 ャネル保護膜(エッティング停止膜)1008を形成する(図12B)。該チャネル

保護膜 1008 の形成には、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する線状液滴噴射装置を用いてもよいし、或いはスピンドルコート法によるレジスト成膜工程を有するフォトリソグラフィプロセスを用いても良い。続いて N 型の電導型を付与する不純物元素が添加された非晶質半導体膜 1009 を、被処理基板上 5 の全面に形成する（図 12C）。

その後、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する線状液滴噴射装置を用いてソース・ドレイン電極及び配線 1010、1011 を形成する（図 13A）。なおソース・ドレイン電極及び配線 1010、1011 は、図 10A 乃至 図 11B に示したゲート電極及び配線 1002、容量電極及び配線 1003 と同様にパターニングを行えば良い。つまり、導電性粒子を含有する液滴を噴射した後にレジストを形成し、パターニングを行ってソース・ドレイン電極及び配線 1010、1011 を形成すればよい。また、液滴噴射装置のみを使用して、導電性粒子を含有する液滴を噴射することで配線を形成しても良い。この場合、レジストを用いる必要がなくなるため、工程の簡略化及び材料の利用効率の向上が図られる。ソース・ドレイン電極及び配線 1010、1011 を形成する材料としては、ゲート電極、配線と同様に Ag、Au、Cu、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、W、Al 等の金属、Cd、Zn の金属硫化物、Fe、Ti、Si、Ge、Si、Zr、Ba などの酸化物、ハロゲン化銀の微粒子又は分散性ナノ粒子等を溶媒に溶解又は分散させたものを用いることが可能である。

20 その後、ソース・ドレイン電極及び配線 1010、1011 をマスクとして、N 型の導電型を付与する不純物元素が添加された非晶質半導体膜 1009 を、一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下でプラズマを形成し、これ 25 を走査することで任意の場所をエッチングする（図 13B）。

さらにCVD法などにより、保護膜1012を形成する(図13C)。本実施例では、保護膜1012としてCVD法により窒化珪素膜を形成するが、酸化珪素膜、又はそれらの積層構造を形成しても良い。またアクリル膜等、有機系樹脂膜を使用することもできる。

5 その後、線状液滴噴射装置によりレジストを噴射した後、公知のフォトリソグラフィプロセスによりレジストをパターニングする(図示せず)。さらに一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下でプラズマを形成し、保護膜1012のエッチングを行
10 い、コンタクトホール1013を形成する(図14A)。

その後、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する線状液滴噴射装置により、画素電極1014を形成する(図14B)。該画素電極1014は、線状液滴噴射装置により直接描画しても良いし、図10A乃至図11Bに示したゲート電極及び配線1002、容量電極及び配線2003と同様にパターニングを行うことで形成しても良い。該画素電極1014を形成する材料として、Ag、Au、Cu、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、W、Al等の金属、Cd、Znの金属硫化物、Fe、Ti、Si、Ge、Si、Zr、Baなどの酸化物、ハロゲン化銀の微粒子又は分散性ナノ粒子やインジウム錫酸化物(ITO)、インジウム錫酸化物と酸化珪素からなるITSO、有機インジウム、有機スズ、酸化亜鉛、
20 窒化チタン等の透明導電膜のような導電性材料を用いることが可能である。

以上のようにして、被処理基板上にTFTを作製した後、これをセル組みして表示装置を作製する。なお、セル組みは公知の方法を用いて行えばよい。

[実施例2]

実施例1ではチャネル保護型の表示装置の作製方法を示したが、本実施例では、
25 チャネルエッチ型による表示装置の作製方法について説明する。

図16Aまでは、実施例1で説明した図12Aまでと同様に形成すればよいので、説明を省略する。また、実施例1で説明した図10A～図14Bまで、同一の箇所は同じ符号を用いる。

まず、実施例1と同様に図16Aに示すようにゲート絶縁膜1006上に半導体層1007を形成する。その後、半導体1007の上にN型の導電型を付与する不純物元素が添加された非晶質半導体膜3009を形成する（図16B）。

次いで、非晶質半導体膜3009上にゲート電極上およびその周辺を覆うように絶縁膜3100を形成する（図16C）。ここでは、絶縁膜3100は液滴噴射手段により、組成物を選択的に噴射することにより形成しているが、加工精度を要する場合は、絶縁膜を形成した後にレジストを形成し露光・現像によりパターンングを行って絶縁膜3100を形成しても良い。その後、絶縁膜3100をマスクとして、絶縁膜に覆われていない半導体層1007およびN型の導電型を付与する不純物元素が添加された非晶質半導体膜3009を、一組の円筒状電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下でプラズマを形成し、任意の場所をエッチングする（図17A）。

続いて、前記プラズマ処理装置を用いてアッティングにより絶縁膜3100を除去した後、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する線状液滴噴射装置を用いて、導電性粒子を含有する液滴を噴射して配線3110、3111を形成する（図17B）。次に、液滴噴射装置を用いて、配線3110及び3111上にレジスト3112、3113を形成する（図17C）。レジスト3112、3113は、露光・現像により所望の形状に加工したパターンを形成してもよいし、液滴噴射装置を用いて形成されたレジストの形状をそのままマスクとして用いてもよい。

25 続いて、実施例1の図10A乃至図11Bで示したゲート電極及び配線と同様

に、一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、レジスト 3112、3113 をマスクとして、エッチングを行い、ソース・ドレイン電極及び配線 3010、3011 を形成する。なお、ここでは図示していないが、ソース・ドレイン電極及び配線 3010、3011 の形成において、加工精度への要求がそれほど高くないものであれば、実施の形態 2 の図 8A～8C で示したように、液滴噴射装置のみを使用して、導電性粒子を含有する液滴を噴射することでソース・ドレイン電極及び配線を形成しても良い。

その後、ソース・ドレイン電極及び配線 3010、3011 をマスクとして、
10 N 型の導電型を付与する不純物元素が添加された非晶質半導体膜 3009 を、プラズマ処理装置を用いて大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下でプラズマを形成し、これを走査することで任意の場所をエッチングする（図 18A）。

さらに CVD 法などにより、保護膜 3012 を形成する（図 18B）。本実施例では、保護膜 3012 として CVD 法により窒化珪素膜を形成するが、酸化珪素膜、又はそれらの積層構造を形成しても良い。またアクリル膜等、有機系樹脂膜を使用することもできる。また、液滴噴射装置を用いて保護膜 3012 を形成しても良い。

その後、線状液滴噴射装置によりレジストを噴射した後、公知のフォトリソグラフィプロセスによりレジストをパターニングする（図示せず）。さらに一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下でプラズマを形成し、保護膜 3012 のエッチングを行い、コンタクトホール 3013 を形成する（図 18C）。

その後、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する線状液滴噴射装置により、画素電極 3014 を形成する（図 19）。該画素電極 3014 は、線状

液滴噴射装置により直接描画しても良いし、図10A乃至図11Bに示したゲート電極及び配線1002、容量電極及び配線1003と同様にパターニングを行うことで形成しても良い。該画素電極3014を形成する材料として、Ag、Au、Cu、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、W、Al等の金属、Cd、Znの金属硫化物、Fe、Ti、Si、Ge、Si、Zr、Baなどの酸化物、ハロゲン化銀の微粒子又は分散性ナノ粒子やインジウム錫酸化物(ITO)、インジウム錫酸化物と酸化珪素からなるITSO、有機インジウム、有機スズ、酸化亜鉛、窒化チタン等の透明導電膜のような導電性材料を用いることが可能である。

以上のようにして、被処理基板上にTFTを作製した後、これをセル組みして表示装置を作製する。なお、セル組みは公知の方法を用いて行えばよい。

[実施例3]

本発明では配線パターンを形成するために、金属微粒子を有機溶媒中に分散させた組成物を用いている。金属微粒子は平均粒径が1～50nm、好ましくは3～7nmのものを用いる。代表的には、銀又は金の微粒子であり、その表面にアミン、アルコール、チオールなどの分散剤を被覆したものである。有機溶媒はフェノール樹脂やエポキシ系樹脂などであり、熱硬化性又は光硬化性のものを適用している。この組成物の粘度調整は、チキソ剤若しくは希釈溶剤を添加すれば良い。

液滴吐出ヘッドによって、被形成面に適量吐出された組成物は、加熱処理により、又は光照射処理により有機溶媒を硬化させる。有機溶媒の硬化に伴う体積収縮で金属微粒子間は接触し、融合及び、融着若しくは凝集が促進される。すなわち、平均粒径が1～50nm、好ましくは3～7nmの金属微粒子が融合若しくは、融着若しくは凝集した配線が形成される。このように、融合若しくは、融着若しくは凝集により金属微粒子同士が面接触する状態を形成することにより、配線の低抵抗化を実現することができる。

本発明は、このような組成物を用いて配線パターンを形成することで、線幅が $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度の配線パターンの形成も容易になる。また、同様にコンタクトホールの直径が $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度であっても、組成物をその中に充填することができる。すなわち、微細な配線パターンで多層配線構造を形成することができる。

5 なお、金属微粒子の換わりに、絶縁物質の微粒子を用いれば、同様に絶縁性のパターンを形成することができる。

また本実施例は、実施の形態 1 乃至 3、実施例 1、または実施例 2 と自由に組み合わせることができる。

[実施例 4]

10 本発明を用いて様々な電気器具を完成させることができる。その具体例について図 15 A ~ 15 C を用いて説明する。

図 15 A は例えば $20 \sim 80$ インチの大型の表示部を有する表示装置であり、筐体 2001、支持台 2002、表示部 2003、スピーカー部 2004、ビデオ入力端子 2005 等を含む。本発明は、表示部 2003 の作製に適用される。

15 このような大型の表示装置は、生産性やコストの面から、所謂第五世代 (1000×1200 ミリ)、第六世代 (1400×1600 ミリ)、第七世代 (1500×1800 ミリ) のような大型基板を用いて作製することが好適である。

図 15 B は、ノート型パーソナルコンピュータであり、本体 2101、筐体 2102、表示部 2103、キーボード 2104、外部接続ポート 2105、ポイントティングマウス 2106 等を含む。本発明は、表示部 2103 の作製に適用される。

図 15 C は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（具体的には DVD 再生装置）であり、本体 2201、筐体 2202、表示部 A 2203、表示部 B 2204、記録媒体（DVD 等）読み込み部 2205、操作キー 2206、スピーカー部 2207 等を含む。表示部 A 2203 は主として画像情報を表示し、表示部 B

2204は主として文字情報を表示するが、本発明は、これら表示部A、B 2203、2204の作製に適用される。

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、本発明をあらゆる分野の電気器具の作製に適用することが可能である。また、上記の実施の形態、実施例と自由

5 に組み合わせることができる。

産業上の利用可能性

本発明を用いて表示装置を作製することにより、表示装置の作製に用いられる材料の利用効率を向上することが可能となる。さらに、工程の簡略化、装置ひい

10 ては製造ラインの小規模化、または工程の短時間化を図ることが可能となる。

請求の範囲

1. 複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する第1の液滴噴射装置を用いて、被処理膜上に導電性粒子を含有する液滴を噴射し、局所的に導電性膜を形成した後、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する第2の液滴噴射装置を用いて前記導電性膜の上に局所的にレジストパターンを形成し、前記レジストパターンをマスクとして前記導電性膜をエッチングし、配線を形成することを特徴とする表示装置の作製方法。
5
2. 請求項1の表示装置の作製方法において、前記導電性膜のエッチングは、一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下で、局所的に行うことを行なうことを特徴とする表示装置の作製方法。
10
3. 請求項1又は請求項2の表示装置の作製方法において、前記導電性膜をエッチング後、前記レジスト膜を、一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下で、局所的にエッチングすることを特徴とする表示装置の作製方法。
15
4. 被処理基板上に導電性膜を形成した後、一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下で、前記導電膜の不要な部分を局所的にエッチングし、配線を形成することを特徴とする表示装置の作製方法。
20
5. 複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置を用いて、被処理基板上に導電性膜を形成した後、一組の円筒状の電極を有するプラズマ発生手段、若しくは円筒状の電極を複数組直線状に配列させたプラズマ発生手
25

段を有するプラズマ処理装置を用いて、大気圧若しくは大気圧近傍の圧力下で、前記導電膜の不要な部分を局所的にエッチングし、配線を形成することを特徴とする表示装置の作製方法。

要約書

表示装置を製造工程において使用する原材料の使用量および真空処理工程に係る手間を低減し、表示装置製造の低コスト化を実現するために、本発明では、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する第1の液滴噴射装置を用いて、

- 5 被処理膜上に導電性粒子を含有する液滴を噴射し、導電性膜を形成した後、複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する第2の液滴噴射装置を用いて前記導電性膜の上に局所的にレジストパターンを形成し、前記レジストパターンをマスクとして前記導電性膜をエッティングし、配線を形成することを特徴とする。